

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/088426

#2

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 AUG 2000

WIPO

PCT

EPO - Munich
48

22. Juli 2000

EP 00 / 6174

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

EU

Aktenzeichen: 199 44 778.0

Anmeldetag: 17. September 1999

Anmelder/Inhaber: Metallgesellschaft AG, Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: Verfahren zum thermischen Behandeln körniger
Feststoffe

IPC: B 01 J, C 01 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Nietiedt

BEST AVAILABLE COPY

Metallgesellschaft AG
Bockenheimer Landstr. 73-77

17. September 1999
wgn-dvz

60325 Frankfurt/Main

Fall-Nr. 99 00 55

Verfahren zum thermischen Behandeln körniger Feststoffe

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Behandeln von körnigen Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen, wobei aus den Feststoffen CO_2 und/oder Wasser abgespalten wird, mit einem Reaktor, dem man Brennstoff, O_2 -haltiges Gas und vorgewärmte Feststoffe zuführt, wobei man den Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas mit Temperaturen im Bereich von 600 bis 1500°C im Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heißes Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet und aus dem Reaktor Feststoffe mit Temperaturen im Bereich von 400 bis 1200°C abzieht.

Verfahren dieser Art sind bekannt und z. B. in WO 97/18165 A1 und GB 2 019 369 beschrieben, wobei man Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid erzeugt. WO 97/18165 schlägt für den Reaktor eine zirkulierende Wirbelschicht vor und gemäß GB 2 019 369 A1 ist der Reaktor röhrenförmig mit senkrechter Achse ausgebildet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs genannte Verfahren in apparativ einfacher Weise durchzuführen und dabei auch mit möglichst geringer Bauhöhe der Anlage auskommen zu können.

Erfindungsgemäß gelingt dies dadurch, daß der Reaktor als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet ist, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase unter Ausbildung einer Rotationsströmung im Eintrittsbereich in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, der dem Eintrittsbereich im horizontalen Abstand etwa gegenüber liegt, Feststoffe und heißes Abgas abzieht.

Es ist zweckmäßig, die Vorwärmung der Feststoffe in mindestens einem Zyklon mit Abgas aus dem Reaktor vorzunehmen, wobei man das gebrauchte Abgas durch eine tauchrohrartig im Zyklon angeordnete Ableitung abzieht. Die tauchrohrartige Ableitung erspart Bauhöhe und kann gleichzeitig zum Fixieren des Zyklons dienen.

Es ist zweckmäßig, die aus dem Reaktor abgezogenen Feststoffe im direkten Kontakt mit O_2 -haltigem Gas zu kühlen und das dabei erwärmte O_2 -haltige Gas in den Reaktor zu leiten, wo es für die Verbrennung gebraucht wird.

Der Reaktor kann der thermischen Behandlung verschiedenartiger Feststoffe dienen, nur beispielsweise seien hier Aluminiumhydroxid genannt, das zu Aluminiumoxid umgewandelt wird. Ferner kommen z. B. Carbonate infrage, aus denen man CO_2 thermisch austreibt, um Oxide zu gewinnen. Üblicherweise wird man dafür sorgen, daß mindestens 50 Gew.-% der dem Reaktor zugeführten Feststoffe eine Verweilzeit von mindestens 5 Sekunden im Reaktor haben, wobei ihre Aufheizung auf die jeweils erforderliche Temperatur erfolgt. Um eine Verlängerung der Verweilzeit zu erreichen, ist es zweckmäßig, das heiße Abgas aus dem Reaktor durch eine Austrittsleitung abzuziehen, die tauchrohrartig um eine Länge T vom 0,03- bis 0,2-fachen der horizontalen Gesamtlänge des Reaktors in dessen Innenraum hinein vorspringt. Diese tauchrohrartige Ableitung sorgt für zusätzliche Verwirbelung im Gas, wodurch dessen Verweilzeit und damit auch die Verweilzeit der Feststoffe im Reaktor verlängert wird.

Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 ein Fließschema des Verfahrens,
Fig. 2 einen vertikalen Längsschnitt durch den Reaktor in schematischer Darstellung,
Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III in Fig. 2 durch den Eintrittsbereich des Reaktors der Fig. 2 und
Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV durch den Austrittsbereich des Reaktors der Fig. 2.

Die Anlage gemäß Fig. 1 weist als Kernstück den Reaktor (1) auf, der etwa die Form eines liegenden Zylinders mit horizontaler Symmetrie- und Wirbelachse hat. Die beiden Vorwärmstufen bestehen aus den Zyklonen (2) und (3) mit zugehörigen Steigleitungen (2a) und (3a), denen man Feststoffe jeweils im Fußbereich zuführt. Die zu behandelnden Feststoffe, z. B. Aluminiumhydroxid, speist man durch die Leitung (4) in die Steigleitung (2a) ein, wo sie mit Hilfe von heißem Gas aus der Leitung (5) pneumatisch in den Zyklon (2) transportiert werden. Das Abgas verläßt den Zyklon (2) durch die Leitung (2b), die innerhalb des Zyklons (2) abwärts geführt ist und in einer Gasreinigung (6) mündet. Die Gasreinigung kann z. B. als Naßwäsche oder Elektrofilter ausgestaltet sein; gereinigtes Gas zieht in der Leitung (7) ab. Die Anzahl der Vorwärmstufen kann in der Praxis beliebig gewählt werden.

Im Zyklon (2) angewärmte Feststoffe verlassen diesen durch die Leitung (8) und werden zum Fuß der Steigleitung (3a)

geführt. Heißes Abgas aus dem Reaktor (1), welches in der Leitung (9) herangeführt wird, transportiert die Feststoffe zum Zyklon (3), und vorgewärmte Feststoffe werden durch die Leitung (10) dem Reaktor (1) zugeführt. Abgas verläßt den Zyklon (3) abwärts strömend in der Leitung (5) und wird der ersten Vorwärmstufe zugeführt. Bei Bedarf kann man einen Teil der vom Zyklon (2) kommenden Feststoffe unter Umgehung des heißen Bereichs der Anlage durch die gestrichelte Leitung (8a) den heißen Feststoffen der Leitung (11) zumischen.

Durch die Leitung (12) führt man dem Reaktor (1) vorgewärmtes, O_2 -haltiges Gas (z. B. Luft) zu, gleichzeitig kommt Brennstoff aus der Leitung (13). Um die Aschenproduktion im Reaktor (1) niedrig zu halten, verwendet man üblicherweise gasförmigen Brennstoff, z. B. Erdgas. Üblicherweise setzt die Verbrennung des Brennstoffs mit dem O_2 -haltigen Gas bereits am Gaseintritt (1a) des Reaktors (1) ein, dann bildet sich im Reaktor (1) im Eintrittsbereich eine Rotationsströmung mit horizontaler Wirbelachse aus; Einzelheiten werden weiter unten mit Hilfe der Fig. 2 bis 4 erläutert.

Das heiße Feststoff-Produkt verläßt den Reaktor (1) durch den Auslaß (1b) und wird durch die Leitung (11) der Kühlung zugeführt. Ebenso wie die Vorwärmung kann die Kühlung in einer oder mehreren Stufen erfolgen. Im vorliegenden Fall sind zwei Kühlstufen dargestellt, zu denen die Zykclone (15)

und (16) und die zugehörigen Steigleitungen (15a) und (16a) gehören. Relativ kaltes, O_2 -haltiges Gas wird durch die Leitung (17) zum Fuß der Steigleitung (15a) geführt, wo es das Feststoff-Produkt aus der Leitung (11) in den Zyklon (15) fördert. Das Gas verläßt den Zyklon (15) durch die Leitung (12), und die teilweise gekühlten Feststoffe gelangen durch die Leitung (18) zum Fuß der Steigleitung (16a). Dieser Steigleitung (16a) führt man durch die Leitung (19) relativ kaltes O_2 -haltiges Gas, z. B. Umgebungsluft, zu und fördert die Feststoffe pneumatisch in den Zyklon (16). Das Gas verläßt dann den Zyklon (16) durch die Leitung (17), und gekühlte Feststoffe werden in der Leitung (20) abgezogen. Selbstverständlich ist die Zahl der Kühlstufen beliebig wählbar.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen Einzelheiten des Reaktors (1) mit dem Gaseinlaß (1a), einem Feststoff-Eintritt (1c), einem Gasauslaß (9a) und dem Feststoff-Auslaß (1b). Die vorgewärmten Feststoffe werden in der Leitung (10) herangeführt und etwa zentral durch den Einlaß (1c) in den Eintrittsbereich des Reaktors (1) geführt, wo sie von den Verbrennungsgasen erfaßt werden, die vom Gaseintritt (1a) kommen. Es ist möglich, die Feststoffe aus der Leitung (10) ganz oder teilweise durch die gestrichelt eingezeichnete Leitung (10a) auch durch den Eintritt (1a) dem Reaktor (1) zuzuführen.

Es empfiehlt sich, insbesondere durch die Wahl der Länge L und des Durchmessers Z des Reaktors (1) dafür zu sorgen, daß mindestens 50 Gew.-% der dem Reaktor zugeführten Feststoffe eine Verweilzeit von mindestens 5 Sekunden und vorzugsweise mindestens 7 Sekunden im Reaktor haben. Die Austrittsleitung (9a) ist vorzugsweise um eine Länge T tauchrohrartig in das Innere des Reaktors hinein vorspringend ausgebildet. Dadurch ergeben sich günstige Strömungsbedingungen, welche die Verweilzeiten im Reaktor verlängern. Die Länge T beträgt vorzugsweise das 0,03- bis 0,2-fache der Reaktorlänge L . Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß die Drallzahl, die das Verhältnis von Axialimpuls zu Drehimpuls unter Berücksichtigung des Feststoffimpulses und des Quotienten von Ein- und Austrittstemperatur ist, größer als 1,5 ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Behandeln von körnigen

Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen, wobei aus den Feststoffen CO_2 und/oder Wasser abgespalten wird, mit einem Reaktor, dem man Brennstoff, O_2 -haltiges Gas und vorgewärmte Feststoffe zuführt, wobei man den Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas mit Temperaturen im Bereich von 600 bis 1500°C im Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heißes Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet, aus dem Reaktor Feststoffe mit Temperaturen im Bereich von 400 bis 1200°C abzieht und das O_2 -haltige Gas mit den heißen Feststoffen vorwärmt, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet ist, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase unter Ausbildung einer Rotationsströmung im Eintrittsbereich in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, der dem Eintrittsbereich im horizontalen Abstand etwa gegenüber liegt, Feststoffe und heißes Abgas abzieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorwärmung der Feststoffe in mindestens einem Zyklon mit Abgas aus dem Reaktor erfolgt, wobei man das

gebrauchte Abgas durch eine tauchrohrartig im Zyklon angeordnete Ableitung abzieht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man die aus dem Reaktor abgezogenen Feststoffe im direkten Kontakt mit O₂-haltigem Gas kühlt und erwärmtes O₂-haltiges Gas in den Reaktor leitet.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens 50 Gew.-% der dem Reaktor zugeführten Feststoffe eine Verweilzeit von mindestens 5 Sekunden im Reaktor haben.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man der Vorwärmung Aluminiumhydroxid zuführt und im Reaktor Aluminiumoxid erzeugt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man der Vorwärmung carbonathaltige Feststoffe zuführt und im Reaktor CO₂ abspaltet.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas aus dem Reaktor durch eine Austrittsleitung abgezogen wird, die um eine Länge T vom 0,03- bis 0,2-fachen der horizontalen Gesamtlänge L des Reaktors in dessen Innenraum hinein vorspringt.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoffe am Umfang der der Feststoffzufuhr gegenüberliegenden Seite abgezogen werden.

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum thermischen Behandeln von körnigen Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen wird aus den Feststoffen CO_2 und/oder Wasser abgespalten, wobei man Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas in einem Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heißes Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet und aus dem Reaktor Feststoffe abzieht. Zur vereinfachten Durchführung des Verfahrens ist der Reaktor als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase unter Ausbildung einer Rotationsströmung im Eintrittsbereich in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, Feststoffe und heißes Gas abzieht.

Fig. 1

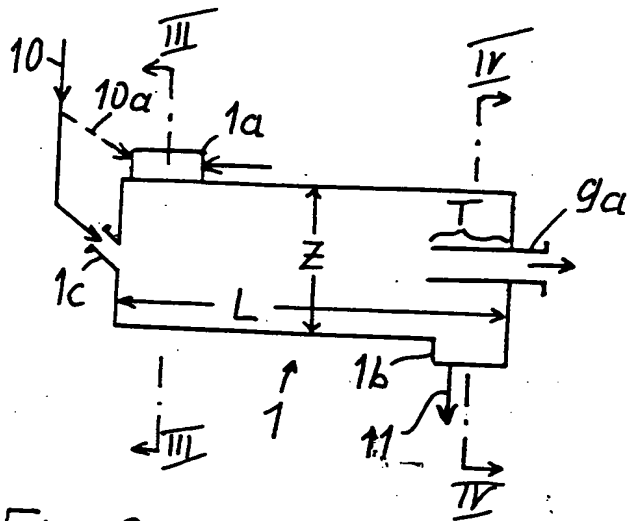
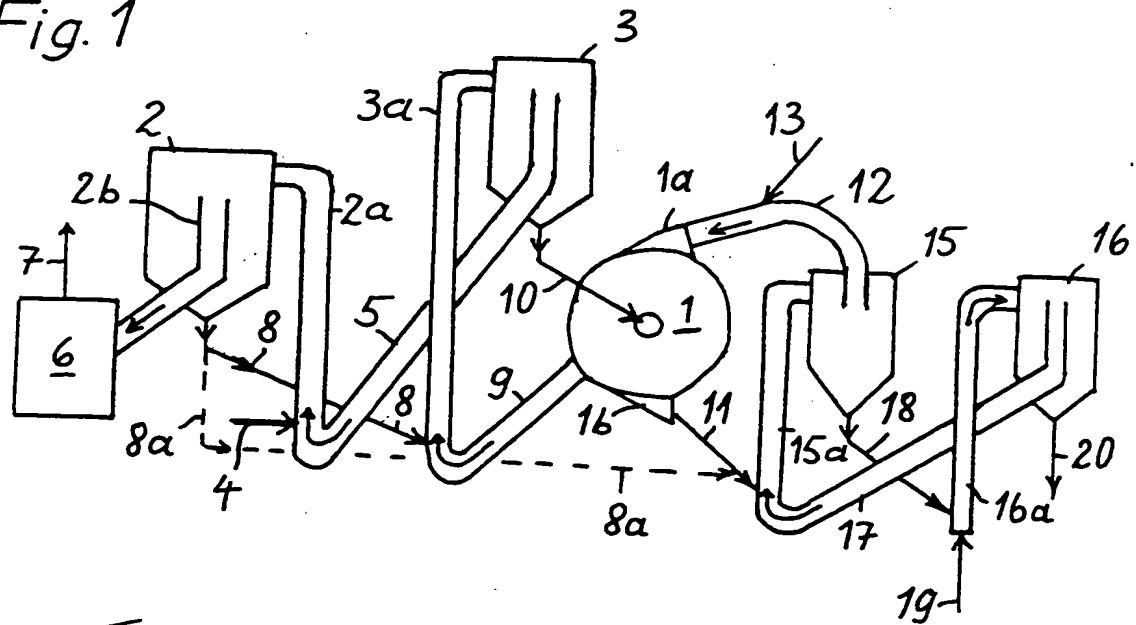


Fig. 2

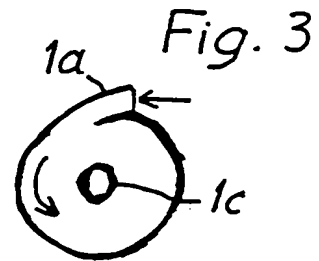


Fig. 3

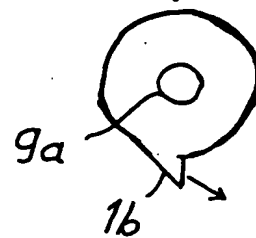


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☒ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)